n. 17 - L. 12.900 - 6,66 euro

TEORIA

DIGITALE

Flip-flop sensibile al tatto

Serratura codificata

Flip-flop come divisore di frequenza

MISURE

Verifica del 4027

AUDIO

Organo elettronico

CONTROLLO

Controllo digitale della luminosità

LABORATORIO

Il commutatore doppio

IN REGALO in questo fascicolo

1 Commutatore
3 Molle
2 Viti
cm 25 di Filo nudo
1 Circuito integrato 4027
2 Resistenze da 15K, 5%, 1/4W
2 Resistenze da 1M, 5%, 1/4W
2 Resistenze da 56K, 5%, 1/4W

Peruzzo & C.

NUOVO METODO PRATICO PROGRESSIVO

Direttore responsabile:
ALBERTO PERUZZO
Direttore Grandi Opere:
GIORGIO VERCELLINI
Direttore operativo:
VALENTINO LARGHI
Direttore tecnico:
ATTILIO BUCCHI
Consulenza tecnica e traduzioni:
CONSULCOMP s.a.s.
Pianificazione tecnica:
LEONARDO PITTON

Direzione, Redazione, Amministrazione: viale Ercole Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (Mi). Pubblicazione settimanale. Registrazione del Tribunale di Monza n. 1423 dell'12/11/99. Spedizione in abbonamento postale, gr. II/70; autorizzazione delle Poste di Milano n. 163464 del 13/2/1963 Stampa: Europrint s.r.l., Zelo Buon Persico (LO). Distribuzione: SO.DI.P. S.p.a., Cinisello Balsamo (MI).

LABORATORIO DI ELETTRONICA si compone di 52 fascicoli settimanali da collezionare in 2 raccoglitori

RICHIESTA DI NUMERI ARRETRATI

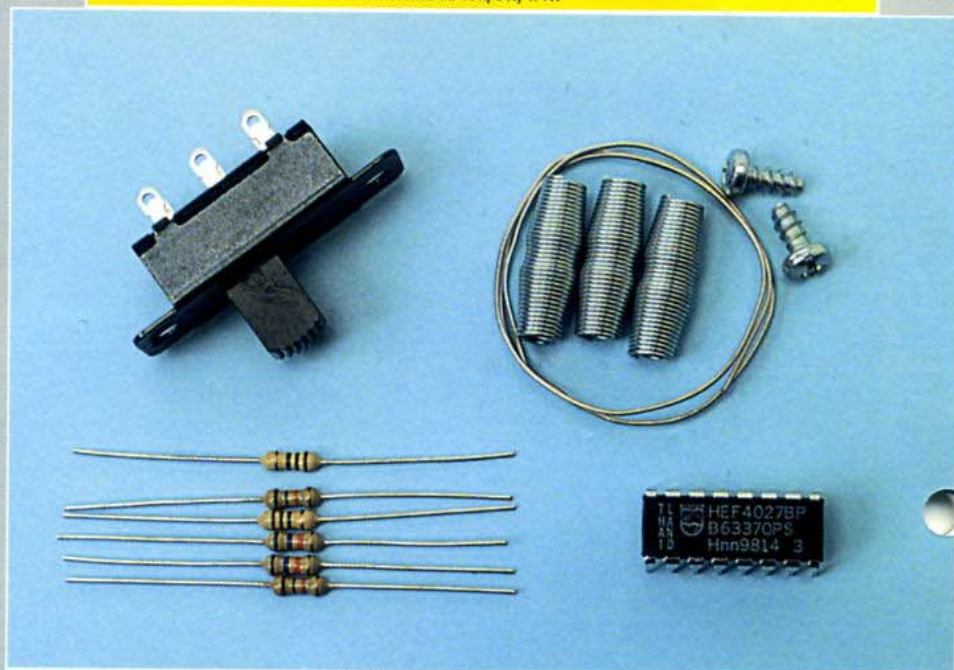
Se vi mancano dei fascicoli o dei raccoglitori per completare l'opera, e non li trovate presso il vostro edicolante, potrete riceverli a domicilio rivolgendovi direttamente alla casa editrice. Basterà compilare e spedire un bollettino di conto corrente postale a PERUZZO & C. s.r.l., Ufficio Arretrati, viale Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (MI). Il nostro numero di c/c postale è 42980201. L'importo da versare sarà pari al prezzo dei fascicoli o dei raccoglitori richiesti, più le spese di spedizione (L. 3.000). Qualora il numero dei fascicoli o dei raccoglitori sia tale da superare il prezzo globale di L. 50.000 e non superiore a L. 100.000, l'invio avverrà per pacco assicurato e le spese di spedizione ammonteranno a L.11.000. La spesa sarà di L. 17.500 da L. 100.000 a L. 200.000; di L. 22.500 da L. 200.000 a L. 300.000; di L. 27.500 da L.300.000 a L. 400.000; di L. 30.000 da L. 400.000 in su. Attenzione: ai fascicoli arretrati, trascorse dodici settimane dalla loro distribuzione in edicola, viene applicato un sovrapprezzo di L.1.000, che andrà pertanto aggiunto all'importo da pagare. Non vengono effettuate spedizioni contrassegno. Gli arretrati di fascicoli e raccoglitori saranno disponibili per un anno dal completamento dell'opera.
IMPORTANTE: è assolutamente necessario specificare sul bollettino di c/c postale, nello spazio riservato alla causale del versamento, il titolo dell'opera nonché il numero dei fascicoli e dei raccoglitori che volete ricevere.

AVVISO AGLI EDICOLANTI DELLA LOMBARDIA

Si informano gli edicolanti della Lombardia e delle zone limitrofe che, per richieste urgenti di fascicoli e raccoglitori delle nostre opere, possono rivolgersi direttamente al nostro magazzino arretrati, via Cerca 4, località Zoate, Tribiano (MI), previa telefonata al numero 02-90634178 o fax al numero 02-90634194 per accertare la disponibilità del materiale prima del ritiro.

Costruisci il tuo LABORATORIO e pratica subito con L'ELETTRONICA

Controlla i componenti IN REGALO in questo fascicolo

- 1 Commutatore
- 3 Molle
- 2 Viti
- cm 25 di Filo nudo
- 1 Circuito integrato 4027
- 2 Resistenze da 15K, 5%, 1/4W
- 2 Resistenze da 1M, 5%, 1/4W
- 2 Resistenze da 56K, 5%, 1/4W

In questo numero vengono forniti il commutatore doppio oltre ad altri componenti con cui potremo portare a termine altri esperimenti.

Connettori multipli

Le apparecchiature elettroniche sono, in genere, modulari; i vari moduli possono essere collegati utilizzando connettori multipli o altri dispositivi.

Il connettore multiplo deve assicurare un buon contatto in tutte le sue terminazioni; perché ciò avvenga, è necessario un perfetto allineamento tra le due parti del connettore che può essere garantito solamente da una perfetta costruzione di tutte le sue parti. In genere è necessario aggiungere altri pezzi che, direttamente o indirettamente, facilitano il suddetto allineamento.

Quando si utilizzano apparecchiature elettroniche di una certa complessità nasce la necessità di collegare simultaneamente vari segnali.

Tipologia

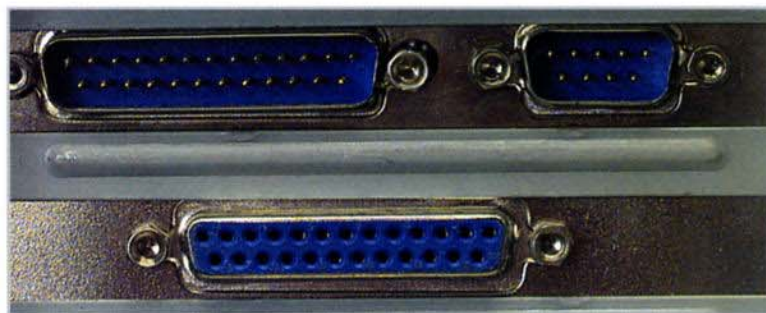
Esiste una notevole varietà di connettori; noi parleremo dei più comuni, che possiamo facilmente trovare dal momento che sono fabbricati da diverse case. Logicamente, esistono anche connettori speciali per apparecchiature militari, ferroviarie, aeree eccetera. Sono di qualità elevata, ma sono alla portata solamente delle persone che devono lavorare con esse e il loro notevole costo ne rende proibitivo l'utilizzo nelle applicazioni di apparecchi che funzionano in ambienti protetti, come un'officina o un appartamento.

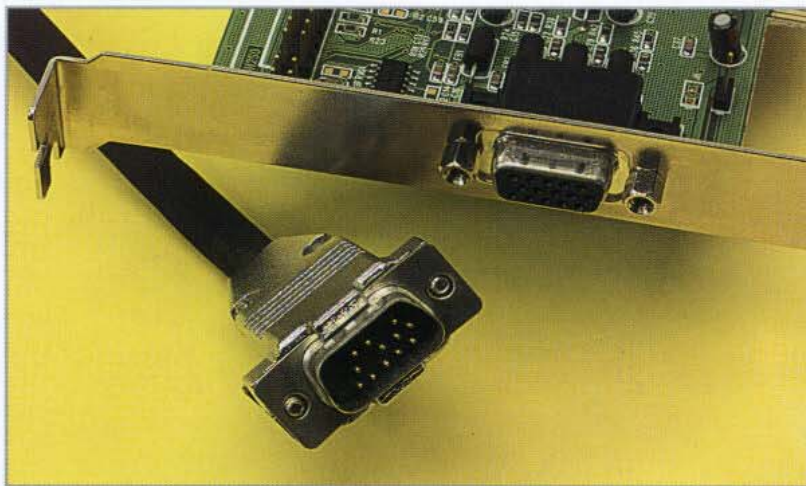
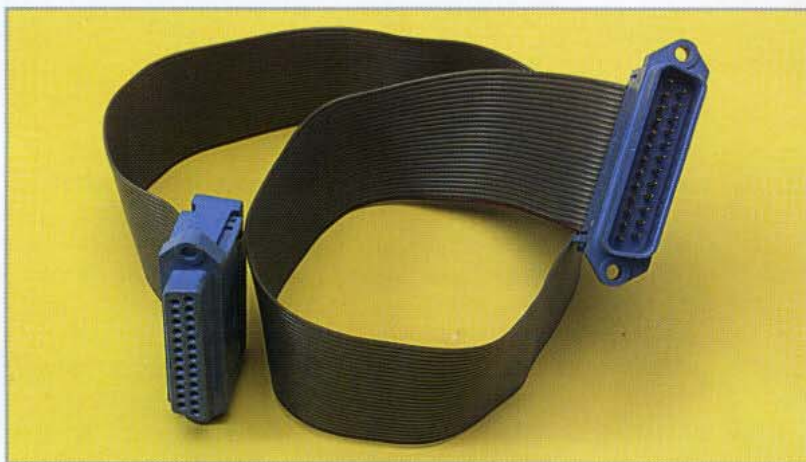
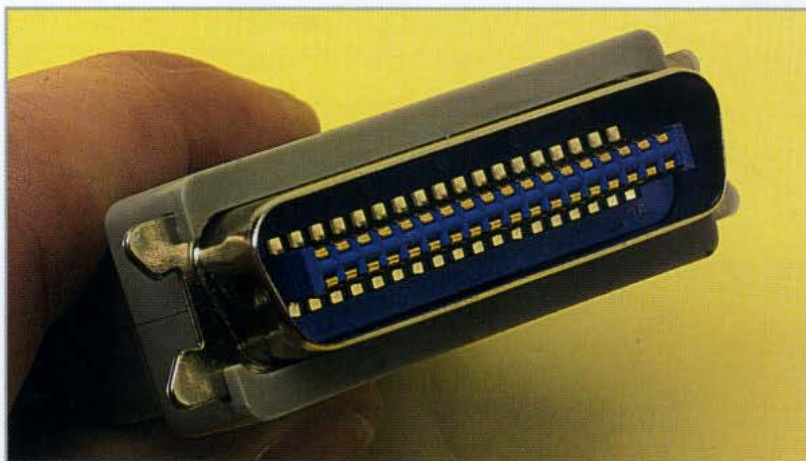
Connessione cilindrica

Una connessione, normalmente, utilizza due connettori, i cui terminali si infilano l'uno nell'altro così da garantire il contatto. I terminali d'uso più comune sono cilindrici, hanno una estremità a forma di cilindro con una punta smussata per facilitare la connessione con il terminale dell'altro connettore, nella parte posteriore di solito sono vuoti per introdurre il cavo di connessione che viene infilato per pressione, spingendolo con una speciale pinza o saldandolo. Questo tipo di terminale si chiama "maschio" e si connette con l'altro chiamato "femmina", avente la forma di un cilindro cavo, nel cui interno deve entrare il connettore maschio. Il connettore femmina ha normalmente i contatti con delle molle per potere garantire un buon contatto tra i terminali dei due connettori. Nella sua parte posteriore viene inserito il cavo di connessione.

Connettori del circuito stampato

In un circuito stampato si può utilizzare un qualsiasi connettore, sempre che i suoi terminali siano stati progettati per essere inseriti nei fori del circuito stampato. Invece di avere un dispositivo di inserimento cilindrico in cui andrebbe introdotto il cavo, hanno dei terminali diritti per il circuito stampato.

C'è, logicamente, anche un'altra possibile connessione, di cui ne sono comune esempio le piastre di ampliamento dei personal computer che si collegano ai bus della piastra madre. Nella piastra madre dei computer ci sono dei connettori a forma allargata con una

Connettori del tipo SUB-D da 9 terminali maschio, possono essere anche da 25 terminali maschio. La connessione della stampante ha 25 terminali femmina.

Connettori multipli

Il connettore per lo schermo VGA è di 25 terminali e di alta densità.

Cavo di prolunga per porta parallela con connettori maschio e femmina ai suoi estremi.

Connettore utilizzato fino ad ora in quasi tutte le stampanti collegate alle porte parallele.

CONNESSIONE PORTA SERIE DI PC
Connettori a 25 terminali

Terminale	Segnale
2	TD (Trasmetti dati) (Transmit Data)
3	RD (Ricevi dati) (Receive Data)
4	RTS (Richiesta di invio) (Request To Send)
5	CTS (Libero per l'invio?) (Clear To Send)
6	DSR (Set dei dati pronto) (Data Set Ready)
7	GND (Massa) (Ground)
8	DCD (Rilevatore della portante dei dati) (Data Carry detect)
20	DTR (Terminale dei dati pronto) (Data Terminal Ready)
22	RING

CONNESSIONE PORTA SERIE DI PC
Connettori a 9 terminali

Terminale	Segnale
1	DCD (Rilevatore della portante dei dati) (Data Carry detect)
2	RD (Ricevi dati) (Receive Data)
3	TD (Trasmetti dati) (Transmit Data)
4	DTR (Terminale dei dati pronto) (Data Terminal Ready)
5	GND (Massa) (Ground)
6	DSR (Set dei dati pronto) (Data Set Ready)
7	RTS (Richiesta di invio) (Request To Send)
8	CTS (Libero per l'invio?) (Clear to send)
9	RING

scanalatura larga circa 1,5 millimetri, con una fila di contatti disposti sui due lati della scanalatura. Ciascun contatto oltre ad avere un'ottima qualità da un punto di vista elettrico, per garantire un contatto a bassa resistenza, deve agire come una piccola molla per facilitare il contatto con l'altra parte del connettore. Questa parte si forma quando viene costruito il circuito stampato, prolungandone le piste che sarà necessario collegare. Per migliorarne il contatto, si applica una ricopertura elettrolitica d'oro, che oltre ad abbassare la resistenza, è un'eccellente protezione contro la corrosione.

Connettori multipli

PORTA PARALLELA DEL PC			
Piedino	**Segnale**	**Piedino**	**Segnale**
1	STROBE	14	AUTO FEED
2	DATA0	15	ERR
3	DATA1	16	INIT
4	DATA2	17	SLIN
5	DATA3	18	GND
6	DATA4	19	GND
7	DATA5	20	GND
8	DATA6	21	GND
9	DATA7	22	GND
10	ACK	23	GND
11	BUSY	24	GND
12	PE	25	GND
13	SELECT		

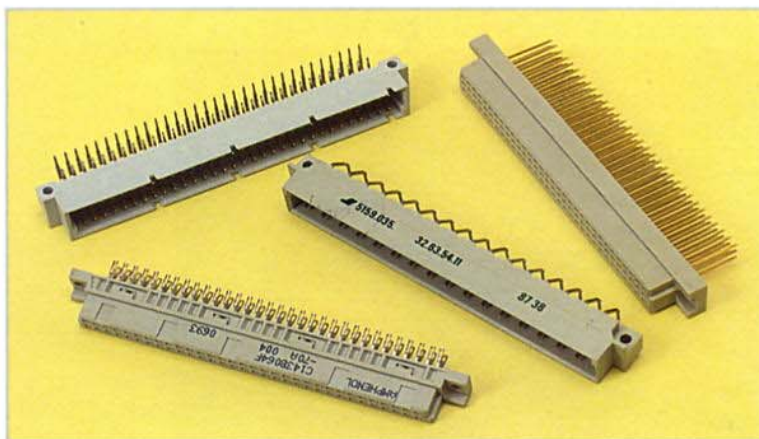
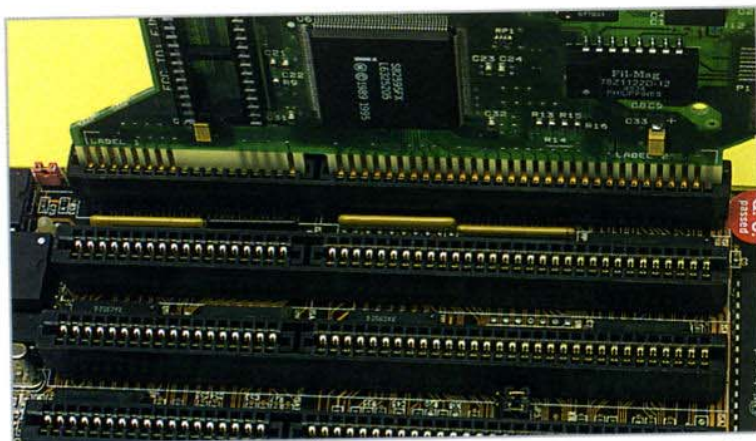
I connettori più utilizzati nelle applicazioni commerciali hanno i terminali saldati o sono pinzati in un cavo piatto, quest'ultima versione ha una protezione isolante.

Cavi

Sono stati menzionati due modi di collegare i cavi ai terminali dei connettori. Uno mediante saldatura e l'altro per pressione, utilizzando terminali progettati soprattutto per questo tipo di connessioni e, cosa importante, attraverso un'attrezzatura adeguata per chiudere il terminale.

Questo tipo di attrezzatura è normalmente indicata dal costruttore di ogni terminale e deve essere adatta al tipo di terminale: i terminali realizzati da case diverse, infatti, normalmente non sono intercambiabili.

Un altro tipo di connessione è quella che si utilizza nei cavi piatti: vengono chiamate connessioni per spostamento dell'isolante e in essi ogni terminale è aperto e ha la forma di un coltello: nella sua parte centrale è fissato il conduttore al quale nel momento dell'inserimento viene tagliata la protezione isolante del cavo permettendo quindi un buon contatto. Come vantaggio si collega tutto il cavo piatto in una sola volta e senza spelarlo: basta inserirlo ben centrato e stringerlo

Euroconnettore (SCART) utilizzato nelle apparecchiature domestiche video e TV. Nello stesso connettore sono presenti i segnali video e audio, questi ultimi con i due canali stereo, sia in entrata che in uscita.

Connettore del tipo Europa: permette un notevole numero di connessioni in uno spazio ridotto e viene usato principalmente per la connessione di supporti magnetici alla scheda madre, in cui viene collocato un altro connettore.

Piastra interna del PC, la connessione al BUS ISA si realizza con un connettore sulla scheda madre, che è saldato direttamente sul circuito stampato.

con una pinza sul connettore perché ogni conduttore risulti fissato e collegato.

Tensioni e correnti

Come per un singolo conduttore, si devono conoscere quali correnti circoleranno nei suoi terminali e quali tensioni massime è in grado di sopportare, oltre alla massima tensione sopportata dal connettore, per evitare che gli archi tra i punti di connessione vicini o tra questi ultimi per effetto di surriscaldamenti si deformino.

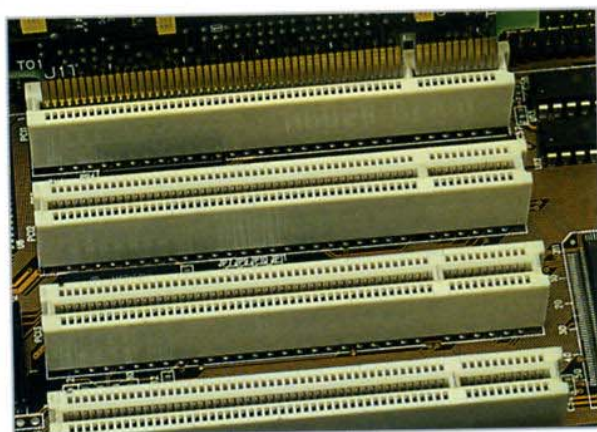
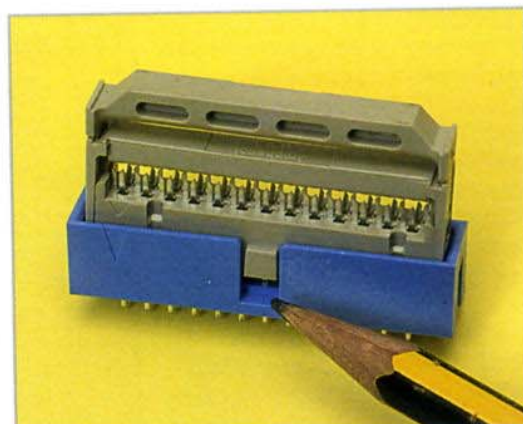
Utilizzo

Il fabbricante solitamente indica il tipo di utilizzo e il numero di cicli di connessione e sconnessione che il connettore è in grado di sopportare.

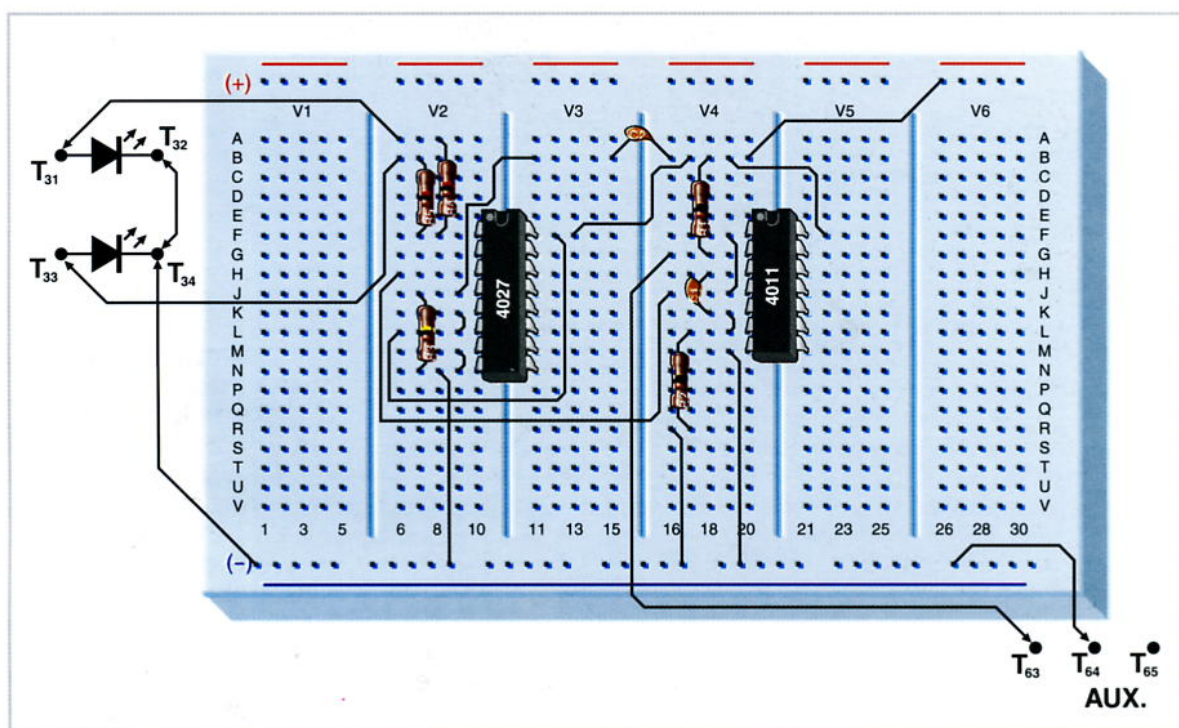
Ci sono connettori che a causa della loro posizione possono venire collegati solamente una decina di volte in tutta la loro vita utile, per cui non dovranno sopportare molte inserzioni e scollegamenti. Evidentemente, un connettore che si scollega giornalmente per diversi anni, deve avere una resistenza meccanica adeguata alle continue inserzioni, oltre a dover essere dotati di una buon involucro che stringa per bene il cavo di connessione, nel caso in cui si tratti di un connettore per cavi.

I connettori multipli hanno l'inconveniente che si rende necessario esercitare una considerevole forza per connetterli, perché bisogna vincere la forza delle molle che premono ciascun terminale, nel caso di un cattivo contatto di uno di essi, normalmente, quando li si collega o scollega, non si nota, se non per il guasto dell'apparecchiatura stessa.

L'euroconnettore

L'euroconnettore si usa da alcuni anni negli apparecchi domestici audio e video e nelle Tv e hanno lo stesso connettore di segnali d'entrata e di uscita video con segnali separati, RGB composito e audio. Le connessioni audio sono doppie e corrispondono ai due canali del sistema stereofonico sia per l'entrata che per l'uscita.

Piastra PCI di PC, il connettore di questa piastra è stampato con le molle di contatto dorate.

Connettori IDC. Hanno un incastro per evitare di invertire le connessioni.

Flip-flop sensibile al tatto

Il flip-flop T cambia di stato a ogni impulso.

Un interruttore è un dispositivo meccanico, che apre o chiude dei contatti metallici, che col tempo tendono a deteriorarsi. In questo caso, si sostituisce la meccanica con l'elettronica e si riesce ad ottenere un interruttore senza contatti che possano rompersi e che inoltre si attiva grazie al tocco. L'uscita cambia da attiva a inattiva ogni volta che si preme sui terminali che agiscono da sensore.

Funzionamento

Perché il circuito possa essere sensibile al tatto sfruttiamo una doppia proprietà: da un lato l'umidità della nostra pelle ci servirà per unire due terminali e poter produrre un cambiamento di livello all'entrata del circuito e dall'altro l'elevata impedenza d'entrata delle porte CMOS. Questo cambiamento di livello viene sfruttato per accendere il monostabile a temporizzazione breve, di modo che possa attivare, o disattivare, il flip-flop. Il compito del monostabile è quello di assicurare una sola accensione al flip-flop ogni volta che si preme sui contatti del sensore T63-T64, elimina, cioè, possibili contatti velocissimi che si possono produrre ogni volta che si tocca con il dito. Se non ci fosse il monostabile, avremmo l'entrata del clock, CLK, del flip-flop, unita al punto in cui adesso sta il terminale 2 di U1A e ogni volta che premiamo il dito si produrranno molti impulsi velocissimi, per cui lo stato finale dei LED sarebbe indeterminato, non potendo controllare il numero totale di questi impulsi.

Toccandolo con un dito, un diodo LED si accende o si spegne

Il flip-flop JK ha le entrate unite al positivo per formarne una del tipo T, che ha la particolarità di cambiare lo stato della sua uscita ogni volta che si produce una salita nel segnale del clock, di modo che se l'uscita Q è attiva i LED saranno illuminati, se si produce un nuovo impulso del clock agendo sui terminali T63-T64, l'uscita Q passa a '0' e si spegneranno i diodi LED. Se premiamo nuovamente, si produrrà un altro impulso di clock e i LED si illumineranno nuovamente.

Il circuito

Nel circuito abbiamo due parti perfettamente differenziabili. Da un lato c'è il circuito che genera un

Flip-flop sensibile al tatto

COMPONENTI	
R1, R2	1 M
R3	100 K
R4, R5	1 K
C1	220 nF
C2	100 nF
U1	4011
U2	4027
LD7, LD8	
T63, T64	

unico impulso ogni volta che tocchiamo con il dito e dall'altro quello incaricato di agire sull'uscita cambiandone lo stato a ogni pulsazione. La resistenza R1 ha un valore grande per cui la corrente circolante nella pelle del nostro dito, quando con esso tocchiamo il circuito, è di alcuni microampere.

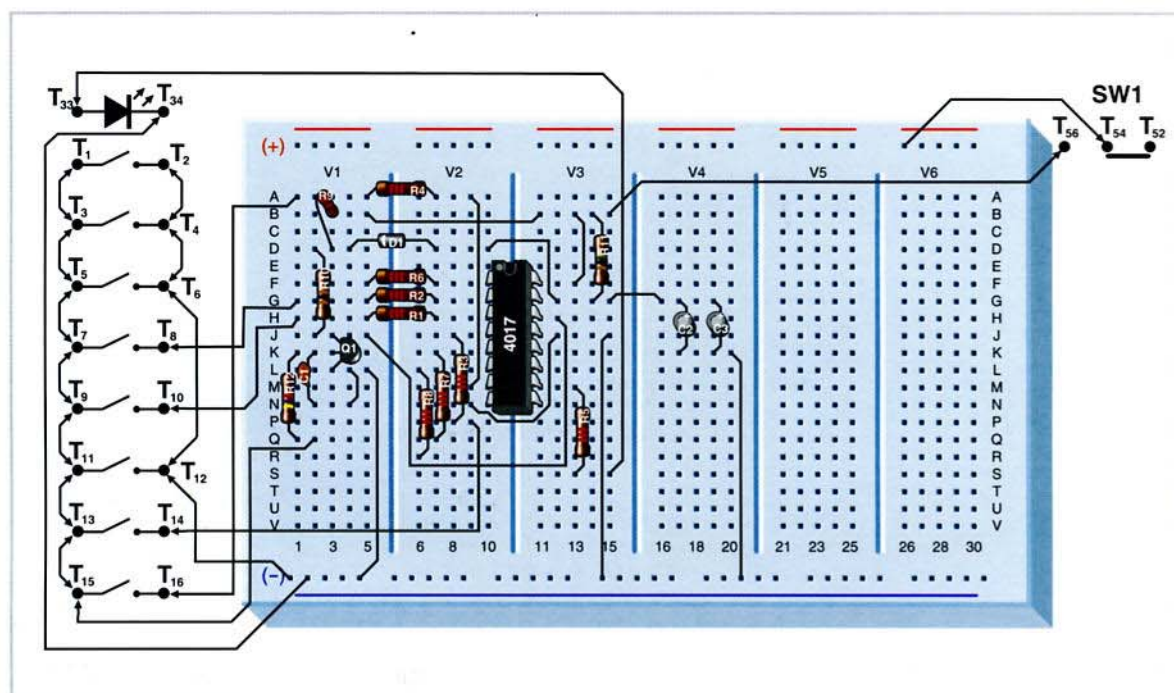
In stato di riposo abbiamo uno stato alto all'entrata del monostabile, terminale 2 di U1A, e all'uscita dello stesso, terminale 4 dell'U1B, avremo un livello basso. Il flip-flop avrà la sua uscita Q a livello basso, per cui i diodi LED dell'uscita sono spenti. La rete R3-C2 ha il compito di resettare il flip-flop, assicurando che quando colleghiamo l'alimentazione, l'uscita Q non sia attiva. Se tocchiamo con il dito nel punto tra T63 e T64, l'entrata del monostabile passa a livello basso, per cui questo si attiva e la sua uscita passa a livello alto. Questo cambiamento di livello farà sì che il flip-flop T cambi la sua uscita in attiva e che i LED si illuminino.

Lo stato dell'uscita muta a ogni tocco su T63-T64.

Esperimenti

È arrivato il momento di esaminare qualcuno degli effetti commentati in precedenza. Innanzitutto, possiamo eliminare il monostabile, collegando direttamente all'entrata CKL il terminale T63. Vedremo che, a volte, anche se lo tocchiamo con il dito, il LED non muta di stato; tuttavia, ciò dipende anche dal tasso di umidità della nostra pelle. Possiamo anche attivare il monostabile cortocircuitando con un filo i due terminali d'entrata. Se togliamo la rete R3-C2, e colleghiamo il terminale 4 di U2A al negativo dell'alimentazione, è possibile che, a volte, collegando l'alimentazione i diodi LED rimangano accesi.

Serratura codificata

Possiamo stabilire una chiave fino a otto cifre.

Questo circuito consente di stabilire una chiave; una volta applicata, attiverà per qualche secondo un diodo LED. Come tastiera per introdurre la chiave, vengono impiegati gli otto tasti del laboratorio, per cui, per stabilire la chiave, possiamo disporre solamente dei numeri che vanno da 0 a 7.

Funzionamento

Per utilizzare lo schema nella spiegazione, come esempio è stata collegata una chiave. In stato di riposo, dopo aver collegato, attraverso il commutatore SW1, l'alimentazione al circuito, il 4017 avrà l'uscita Q0 a livello alto e, quindi, il resto, inclusa l'uscita del LED, sarà a livello basso. In questa situazione, abbiamo deciso di utilizzare come chiave 4367. Dobbiamo, quindi, collegare la prima cifra della chiave, quella corrispondente al numero 4 (T10 del pulsante P5) all'uscita Q0, la cifra successiva, il 3 (T8 del pulsante P4) deve essere collegata alla seguente uscita del 4017, la Q1, la cifra numero 6 (T14 del pulsante P7) all'uscita Q2 del 4017 e, infine, il 7 (T16 del pulsante P8) all'uscita Q3. Il diodo LED verrà sempre collegato all'uscita successiva all'ultima.

Ogni pulsante è un numero

Con questa configurazione, e con Q0 attiva se premiamo il tasto (P5) collegato a questa uscita, generiamo un impulso nel collettore del transistor che farà sì che il 4017 attivi l'uscita successiva, Q1, di modo che possiamo premere il tasto associato a questa uscita (P7) e produrre un altro impulso che attivi Q3, cosicché quando premiamo l'ultimo tasto (P8), si avrà un altro impulso che illuminerà il LED.

Se avessimo più tasti, li collegheremmo sempre nello stesso ordine e metteremmo sempre il LED all'uscita successiva all'ultima.

Nel circuito, il montaggio realizzato intorno al transistor Q1 non solo genera un impulso, ma anche una temporizzazione che limita a 3 secondi il tempo disponibile da quando premiamo un tasto della chiave a quando premiamo il successivo. Se non facessimo così, si resetterebbe e introdurrebbe nuovamente la chiave. I 3 secondi sono anche il tempo in cui il LED rimane attivo, per cui se volessimo attivare un qualcosa in modo permanente, dovremmo collocare l'uscita del LED su un flip-flop, in maniera tale che l'attivazione rimanga immagazzinata. Possiamo anche introdurre numeri ripetuti.

Serratura codificata

COMPONENTI	
R1-R8	2K2
R9	1 K
R10	100
R11	1 M
R12	4K7
C1	100 nF
C2, C3	2,2 µF
D1	1N4148
Q1	BC548
U1	4017
LD8	
SW1	
P1-P8	

Inconvenienti

Il circuito presenta alcuni inconvenienti che, per ora, non risolveremo per non complicare troppo il circuito. Si tratta dell'introduzione di numeri chiave errati. Supponiamo con l'attuale configurazione, di introdurre la chiave 34673467. Se osserviamo, il primo 4, il secondo 3, il secondo 6 e il secondo 7 formerebbero la chiave, per cui il circuito si attiverebbe. Non abbiamo, quindi, nel circuito nessun elemento che rilevi i numeri errati della chiave. Sicuramente, è un esperimento molto istruttivo.

Controllo dell'intervallo tra le pulsazioni

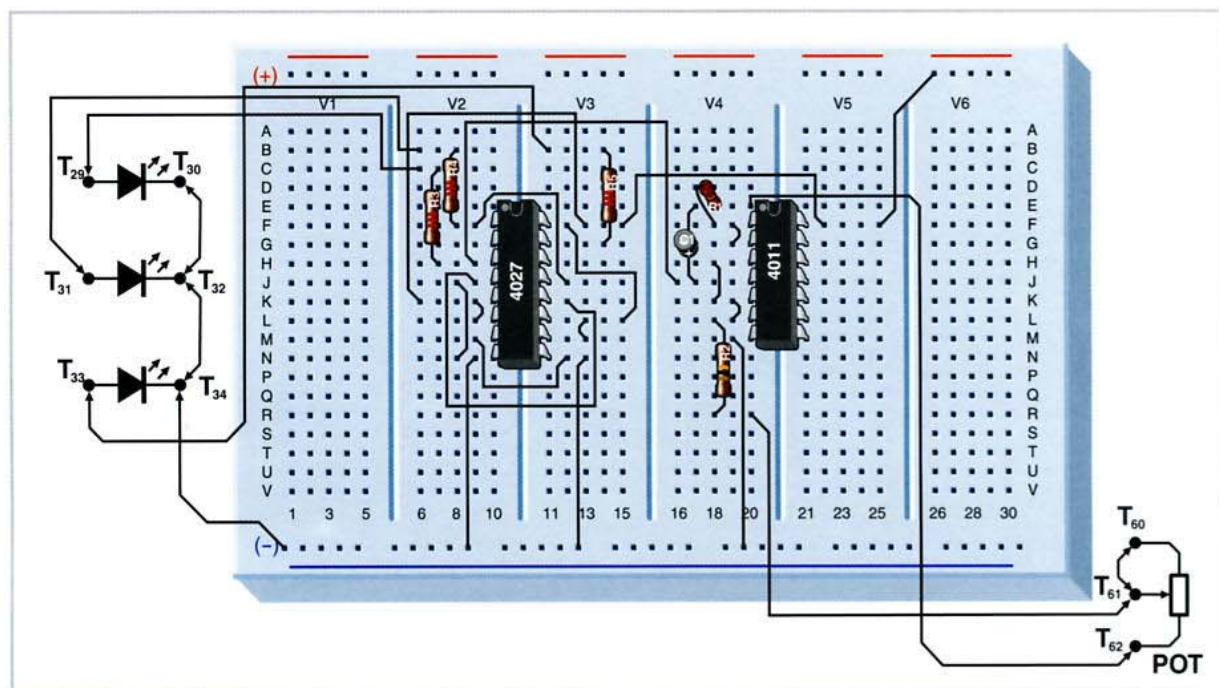
I condensatori C2 e C3 sono incaricati di effettuare questo controllo, cosicché, se aumentiamo la capacità, collocando in parallelo degli altri condensatori, il tempo aumenterà, mentre se diminuiamo la capacità, anche il tempo diminuirà.

Per introdurre la chiave, ogni pulsante rappresenta una cifra.

Altre chiavi

Supponiamo di voler introdurre la chiave 765433. La connessione da fare, sempre agli estremi delle resistenze associate alle uscite del 4017, sarà: P8-Q0, P7-Q1, P6-Q2, P5-Q3, P4-Q4 e P4-Q5, mentre il LED verrà collegato alla resistenza associata all'uscita Q6.

Flip-flop usato come divisore di frequenza

Utilizzando un circuito integrato 4027, si ottiene un divisore di frequenza per due e per quattro.

Con questo circuito, in cui i flip-flop JK del circuito integrato 4027 vengono configurati come flip-flop T, si parte da una frequenza del clock raggiunta a partire dall'oscillatore astabile formato con le porte NAND, dividendo per due e per quattro la frequenza del suddetto oscillatore. Possiamo verificare visualmente questa divisione osservando la cadenza d'accensione di ogni LED.

Funzionamento

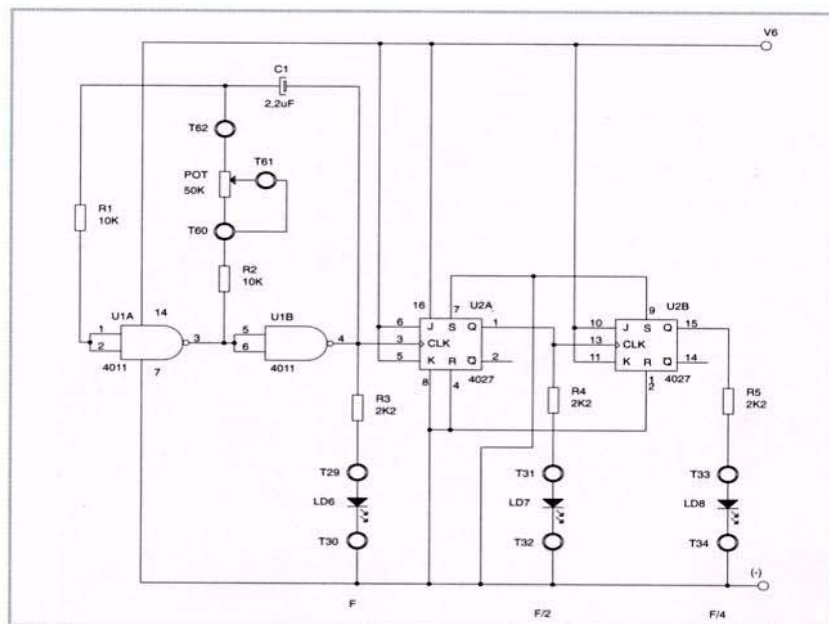
In questo capitolo, dobbiamo spiegare da un lato il funzionamento del flip-flop T, costruito partendo dal flip-flop JK, e dall'altro cerchiamo di consolidare i concetti di "frequenza" e "periodo".

Per quanto riguarda il primo obbiettivo, se osserviamo lo schema, vediamo che basta collegare le entrate J e K al terminale positivo dell'alimentazione e le entrate S e R alla massa per non avere altri problemi. Il flip-flop T è di tipo speciale, perché non ha un segnale d'entrata e a ogni salita del clock cambia uscita. Tenendo conto di ciò, se abbiamo un'uscita a livello alto, applicando un impulso, essa cambia in livello basso, mentre con un altro impulso ritorna a quello alto; abbiamo bisogno, cioè, di due impulsi per ciascun impulso generato all'uscita e, quindi, la frequenza all'uscita sarà la metà rispetto a quella d'entrata. Quanto detto, si traduce nell'effetto opposto per quanto riguarda i periodi: a metà della frequenza abbiamo un doppio periodo e, quindi, il LED si illumina il doppio. Se prolunghiamo il circuito, abbiamo da un lato il LED LD6, il segnale all'uscita dell'oscillatore dell'entrata; questo segnale viene applicato all'entrata del clock CLK di U2A e vedremo nel LED LD7 che il LED lampeggia la metà delle volte rispetto al LED LD6. L'uscita di U2A viene applicata all'entrata del clock di U2B e all'uscita avremo che il LED LD8 lampeggia la metà delle volte rispetto al LED LD7 e un quarto delle volte rispetto al LED LD6.

Il flip-flop T divide per due

Il circuito

Il circuito ha, da un lato, il segnale del clock, generato nell'oscillatore astabile a frequenza variabile all'entrata e con il quale possiamo ottenere una banda di frequenze che va dai 3,4 Hz, con il potenziometro al massimo, fino ai 20,6 Hz, con il potenziometro a 0. Questo segnale viene applicato al flip-flop T, costruito con U2A, e la sua uscita viene por-

Flip-flop usato come divisore di frequenza

COMPONENTI	
R1, R2	10 K
R3, R4, R5	2K2
C1	2,2 µF
U1	4011
U2	4027
POT	
LD6-LD8	

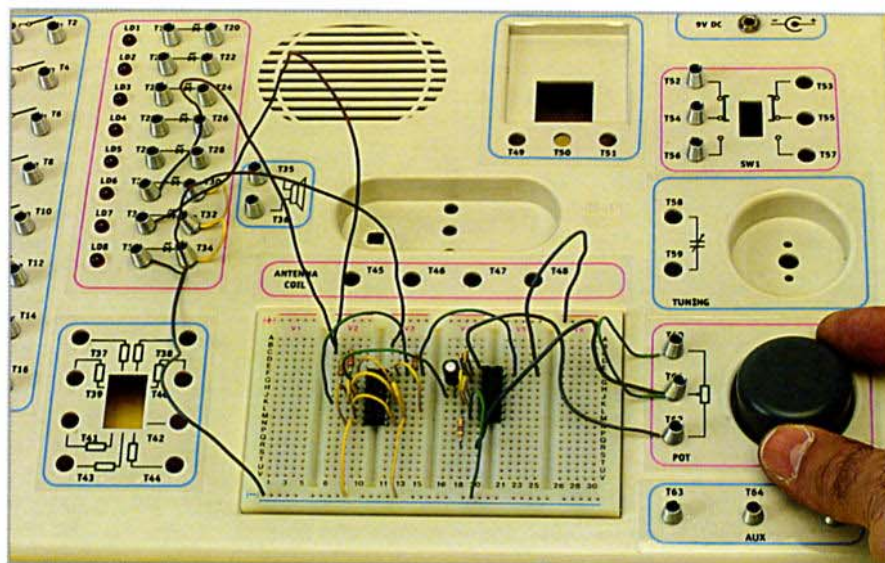
tata all'altro flip-flop T, formato con U2B. Porre a massa le entrate SET e RESET di tutti e due i flip-flop è molto importante, perché se non lo si facesse si potrebbero aggiungere dei rumori e il suo funzionamento sarebbe errato.

Avviamento

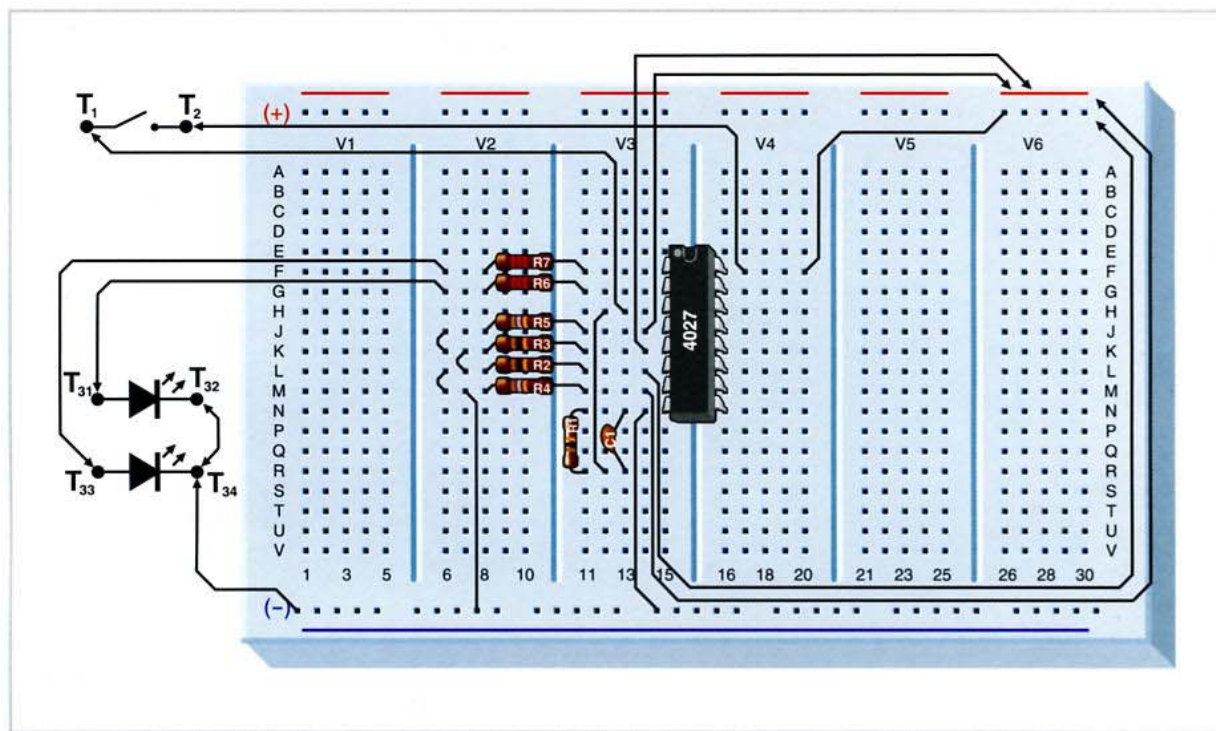
Se il circuito è adeguatamente alimentato, deve funzionare correttamente. In caso contrario, considereremo, innanzitutto, l'alimentazione degli integrati e la polarità del condensatore dell'oscillatore. Se il circuito non funziona ancora, ripasseremo tutte le entrate e le uscite dei flip-flop, per vedere se coincidono con quelle dello schema.

Esperimenti

Se vogliamo cambiare il margine delle frequenze del clock, dobbiamo cambiare i componenti che le determinano nell'oscillatore e che sono: C1 ed R2. Per aumentare la frequenza, diminuiremo questi valori e per ridurla, li aumenteremo.

Se la frequenza si alza e si arriva a frequenza audio, ciascuno dei terminali di T29, T31 o T33 può essere collegato all'entrata del potenziometro di controllo del volume dell'amplificatore audio. In questo caso, sembrerà che il LED non si spenga, dato che l'occhio umano non è in grado di seguire frequenze così elevate. Come è logico, si otterranno tre frequenze, ciascuna un'ottava al di sopra della successiva.

Ogni LED lampeggia a una frequenza differente.

Verifica del 4027

Verifica del funzionamento del circuito integrato 4027.

Questo montaggio viene utilizzato per verificare i due flip-flop JK che l'integrato 4027 possiede; possiamo, inoltre, generalizzarne l'utilizzo per verificare anche qualsiasi flip-flop di questo tipo. Il fatto di poter verificare i flip-flop è importantissimo, perché ci rende sicuri che i nostri montaggi non si guasteranno, sempre che siano in buono stato.

Distribuzione dei terminali

Prima di iniziare un montaggio dobbiamo conoscere, innanzitutto, la disposizione interna dei componenti del circuito integrato con cui lavoreremo. Non dobbiamo mai effettuare dei collegamenti alla cieca, senza disporre di uno schema, perché, oltre a perdere tempo, correremmo il rischio di distruggere la porta e di rendere inservibile l'integrato; potremmo anche danneggiare qualche altro circuito dell'apparecchiatura o anche la stessa alimentazione.

Verifica

Per verificare la porta, si seguirà la tavola della verità. Da una parte abbiamo le entrate J, K, S ed R e, dall'altra, abbiamo le uscite Q e Q+t: quest'ultima è l'uscita dopo che è stato applicato un impulso. Il diodo LED LD8 viene utilizzato per visualizzare lo stato dell'uscita. In LD7 vedremo anche il risultato dell'uscita invertita. Il flip-flop ha un clock che viene attivato da un fianco ascendente, che otterremo grazie al pulsante P1 e alla rete R1-C1. Tutte le entrate sono state poste al terminale negativo dell'alimentazione '0' per mezzo delle resistenze R2-R5. Se volessimo collegarle al livello alto '1', avremmo un ponte tra A e B della rispettiva entrata. Se osserviamo la tavola, vediamo che molti stati, quelli segnati con la X, sono irrilevanti: il risultato dell'uscita, cioè, è indipendente dal fatto che il suo valore sia '1' o '0'.

Guardando la tavola, vediamo anche che con le entrate R, S e K a '0', quando l'entrata J è a '1', se si introduce un impulso del clock azionando P1, l'uscita Q passa a '1', se stava a '0', o rimane a '1' se stava a '1'. Se R, S e K sono a '1', collegando un ponte tra questa entrata e B, se introduciamo un impulso, l'uscita Q, se stava a '1' passerà a '0' o continuerà a stare a '0' se quest'ul-

Contiene due flip-flop JK

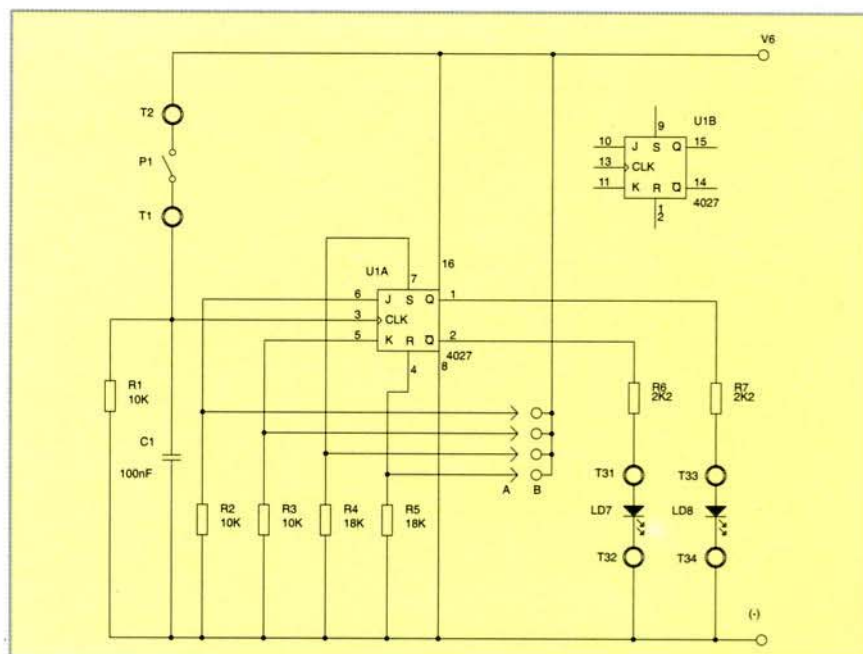
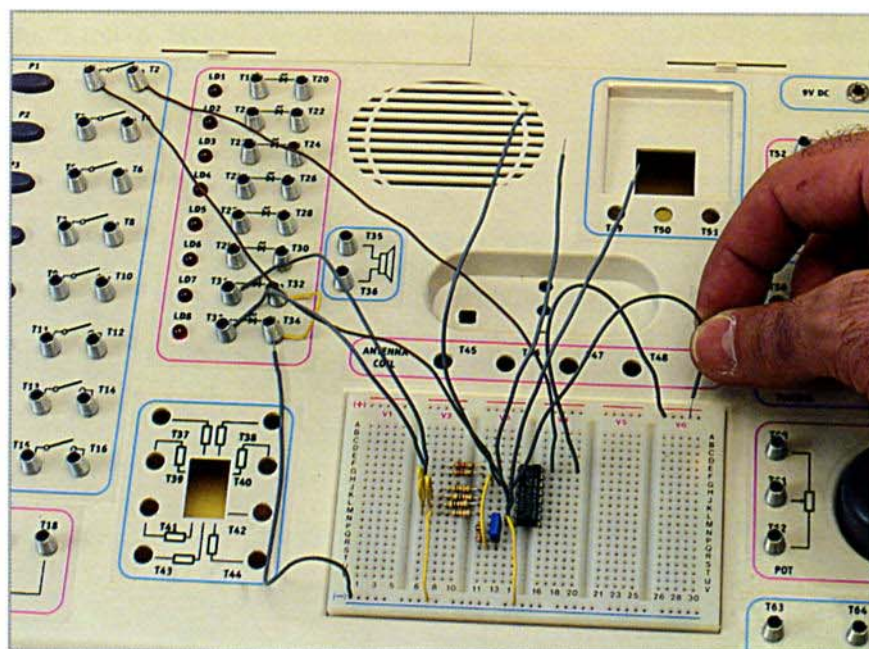
Verifica del 4027

COMPONENTI	
R1, R2, R3	10 K
R4, R5	18 K
R6, R7	2K2
C1	100 nF
U1	4027
P1	
LD7-LD8	

TAVOLA FLIP-FLOP JK

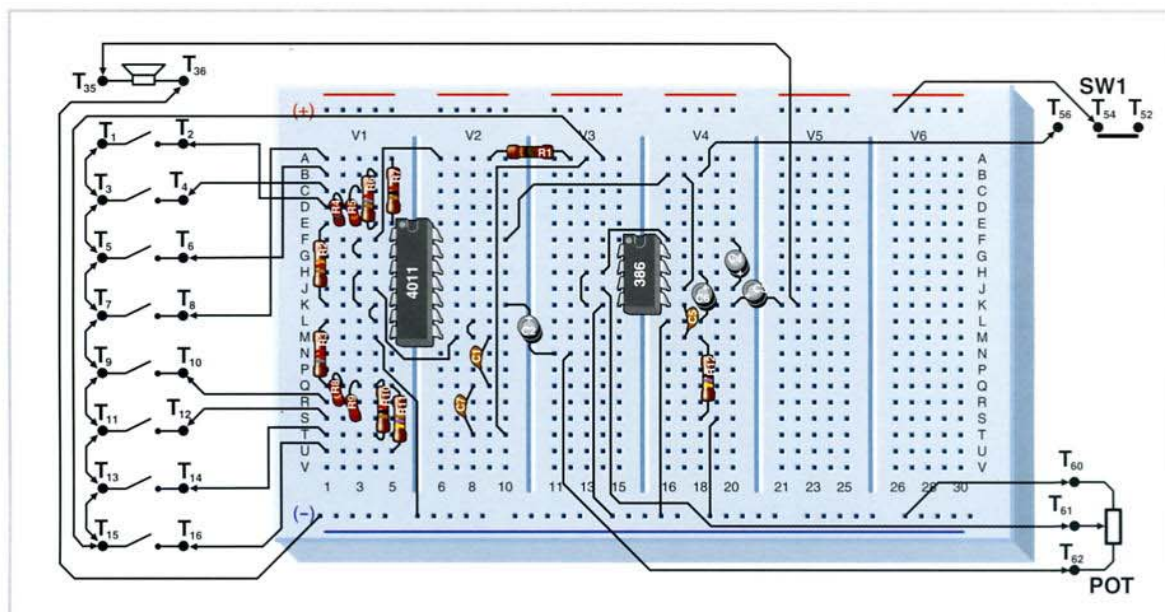
J	K	S	R	Q	Impulso	Q+t
0	0	0	0	0	1 a 0	0
0	0	0	0	1	1 a 0	1
1	0	0	0	X	1 a 0	1
0	1	0	0	X	1 a 0	0
1	1	0	0	0	1 a 0	1
1	1	0	0	1	1 a 0	0
X	X	1	0	X	X	1
X	X	0	1	X	X	0

timo era il suo stato. Se le due entrate J e K sono a '1', l'uscita cambia (flip-flop T). Indipendentemente da tutte le entrate, incluso l'impulso, se poniamo a livello '1' l'entrata S, l'uscita Q passa a '1'. Se, invece, poniamo a livello '1' l'entrata R, l'uscita Q passa a '1'.

Avviamento

Grazie al circuito impareremo a impratichirci con i flip-flop JK e a realizzare rapidamente dispositivi di verifica degli stessi, che in se stesso rappresenta un vero e proprio esperimento. Se collegando l'alimentazione, volessimo vedere se i flip-flop sono in buono stato, collegheremo l'entrata S al positivo e staremo a vedere se il LED LD8 si illumina, dopodiché collegheremo S alla massa e S al positivo: facendo ciò, il LED LD8 deve spegnersi. Tutto ciò rappresenta una veloce verifica che le connessioni dell'integrato sono in buono stato. Se non si verificasse quanto abbiamo appena descritto, ripasseremo l'alimentazione dell'integrato, osservando se è collegata ai corretti terminali e ci assicureremo che i LED abbiano la giusta polarità.

Le entrate JK condizionano l'uscita del clock; le entrate S e R cambiano direttamente l'uscita.

Organo elettronico

Il circuito genera tutte le note all'interno di un'ottava.

Il circuito è un piccolo organo elettronico, forse il più semplice che sia possibile costruire, con tutta la scala di note della 5ª ottava, di cui mostriamo nella tavola le frequenze. Ogni pulsante corrisponde a una delle note musicali della scala che potremo ascoltare attraverso l'altoparlante. Il volume del suono può essere regolato con il potenziometro del pannello frontale del laboratorio.

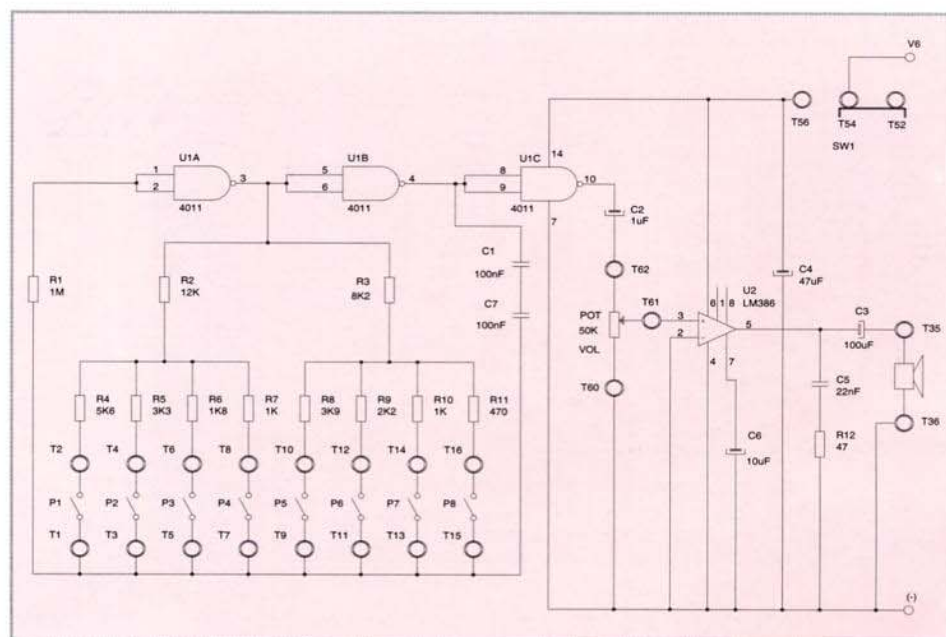
Funzionamento

Il circuito ci servirà per avere un primo contatto con il mondo della musica elettronica. È un semplice montaggio in cui un oscillatore astabile genera ogni frequenza delle note musicali. A tale scopo, ogni pulsante ha associate delle resistenze diverse che formano parte della formula con cui si calcola la frequenza dell'oscillatore e che faranno sì che la frequenza dell'uscita associata a ogni pulsante sia differente. L'uscita dell'oscillatore si inverte prima di essere applicata all'entrata dell'amplificatore. Il segnale di uscita della porta invertente U1C, viene applicato all'entrata dell'amplificatore mediante il potenziometro, che ci servirà per controllare il livello del segnale dell'entrata in questo amplificatore e, quindi, il segnale dell'uscita dell'altoparlante. Perché il circuito sia operativo, dobbiamo collegare l'alimentazione al circuito stesso mediante il commutatore SW1, che, in questo caso, viene utilizzato come interruttore.

Calcolo delle frequenza

Per calcolare le note musicali, dobbiamo tenere conto della piccola resistenza del pulsante. La formula della frequenza è f = 1/(2,2*Rx*CT). Il condensatore CT è costituito dai condensatori C1 e C7 che sono collegati in serie, per cui il suo valore sarà: CT = 100*100/(100 + 100) = 50 nF. Il valore della resistenza Rx sarà quello delle resistenze associate a ciascun pulsante. Così, ad esempio, il pulsante P3 ha una Rx = 12K + 3K3 = 15K3, che sostituita nella formula ci darà una frequenza approssimativa di 654 Hz, che corrisponde, in pratica, alla nota MI (660Hz) nella 5^ ottava. Se facessimo il calcolo per ciascuna delle note musicali, vedremmo che con i valori delle resistenze proposti avremmo una possibilità di errore piccolissima, che, quindi, non considereremo. Un altro piccolo errore di cui non terremo conto concerne la resistenza, ininfluente, introdotta dal pulsante. Il motivo per il quale non è degna di considerazione è perché non si tratta di un calcolo di precisione, ma approssimativo, il cui

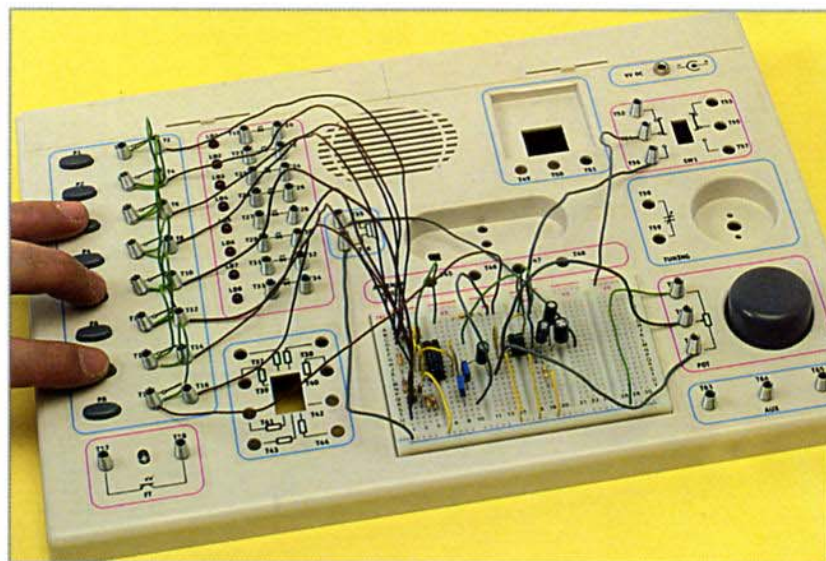
Ogni pulsante genera una nota musicale

Organo elettronico

COMPONENTI	
R1	1 M
R2	12 K
R3	8K2
R4	5K6
R5	3K3
R6	1K8
R7, R10	1 K
R8	3K9
R9	2K2
R11	470
R12	47
C1, C7	100 nF
C2	1 µF
C3	100 µF
C4	47 µF
C5	22 nF
C6	10 µF
U1	4011
U2	LM386
POT	
ALTOPARLANTE	
SW1	
P1 a P8	

errore non può esser percepito dall'orecchio umano. In questo caso, inoltre, dovremmo considerare anche la tolleranza dei componenti.

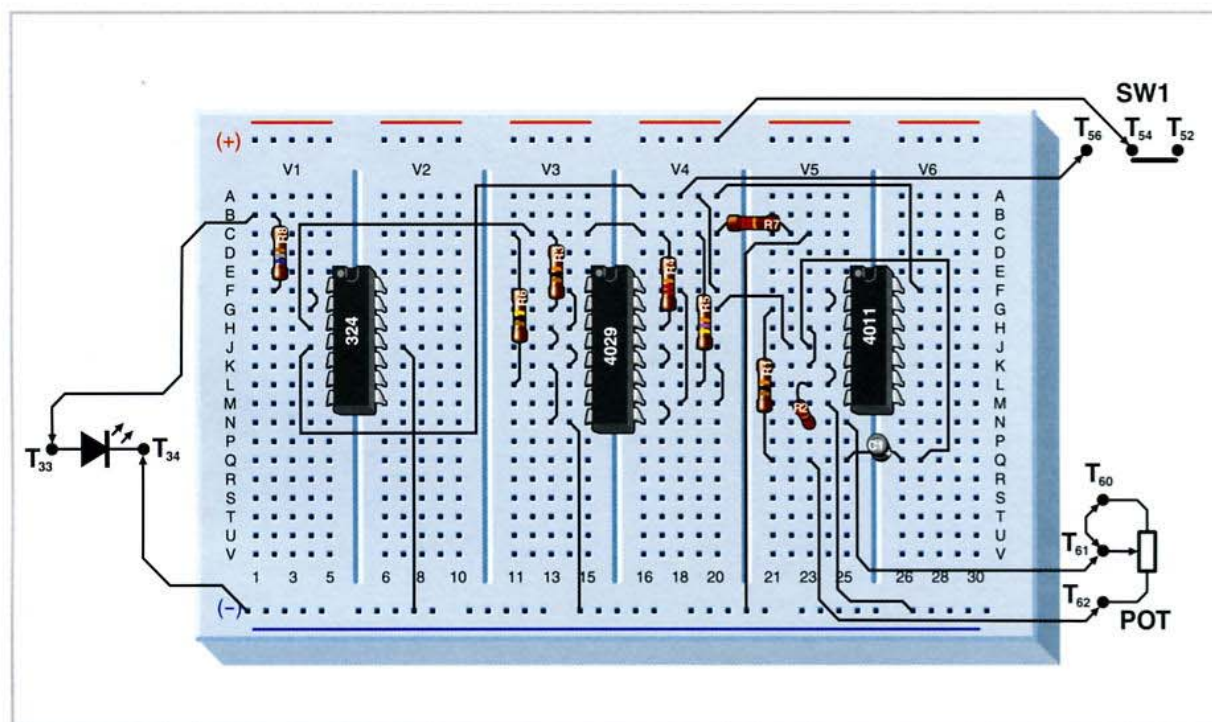
Il circuito

Il circuito è costituito da tre parti. Innanzitutto c'è l'oscillatore delle differenti frequenze, una per ogni nota musicale. Ogni nota si genera automaticamente quando si preme un pulsante. In secondo luogo abbiamo la porta U1C, il cui compito è importantissimo, perché se l'uscita dell'oscillatore, terminale 4 di U1B, si collegasse direttamente all'entrata dell'amplificatore, cambierebbe la frequenza dell'oscillatore astabile, perché caricheremmo quest'ultimo mediante il potenziometro POT e l'entrata dell'amplificatore.

Infine, l'uscita invertita dell'oscillatore si applica, attraverso il condensatore C2, al potenziometro POT, in modo da poter controllare il livello del segnale che entra nell'amplificatore attraverso T61.

Ogni tasto corrisponde a una nota musicale.

NOTE	FREQUENZE (Hz)
DO	528
RE	594
MI	660
FA	704
SOL	792
LA	880
SI	990
DO*	1.056

Controllo digitale della luminosità

Aumenta a ogni impulso la corrente applicata al LED.

Il circuito genera una tensione a rampa, che varierà automaticamente la luminosità del LED. La rapidità con cui il LED raggiunge la massima illuminazione può essere direttamente controllata mediante il potenziometro dell'oscillatore, che è quello che provoca a ogni impulso l'incremento della tensione all'uscita del circuito.

Funzionamento

Per avviare il circuito dobbiamo collegare l'alimentazione azionando il commutatore SW1. Il circuito, una volta alimentato, deve funzionare incrementando la luminosità del LED al ritmo segnato dalla frequenza dell'oscillatore con porte NAND che, a sua volta, può essere regolato con il potenziometro POT. Il segnale dell'oscillatore si applica al contatore, che avrà il compito di generare dei salti di tensione che verranno applicati all'amplificatore successivo alla cui uscita verrà collegato il LED. Il generatore della rampa è costituito dal contatore con le resistenza dell'uscita R3-R7, di modo che a seconda di come si incrementa il codice all'uscita del contatore, la tensione aumenta agli estremi della resistenza R7. Perché questa tensione non subisca nessun deterioramento l' abbiamo separata grazie ad un circuito inseguitore dell'emettitore e in operazionale, il quale attiverà il LED dell'uscita.

Si ottiene una accensione graduale

Il generatore della rampa

Questo circuito è costituito dal contatore, configurato in modalità ascendente e in sistema binario puro, con le resistenze R3-R7. L'uscita di minor peso del contatore è QA, mentre quella di maggior peso è QD. Il valore delle resistenze esistenti a ciascuna delle uscite aumenta a mano a mano che diminuisce il peso dell'uscita. In questo modo, si avrà più tensione in R7, se l'uscita QD è più attiva di QB; se realizziamo il divisore di tensione possiamo chiaramente vederlo. Se, inoltre, ci sono due uscite attive, l'uscita si sovrapporrà. Così, ogni volta che verrà introdotto un impulso del clock, il codice dell'uscita del contatore si incrementa e aumenta la tensione agli estremi della resistenza R7. Il risultato finale è una tensione che aumenta mediante piccoli scalini, ciascuno dei quali corrisponde a un codice di uscita del contatore. Se mettiamo una frequenza del clock lentis-

Controllo digitale della luminosità

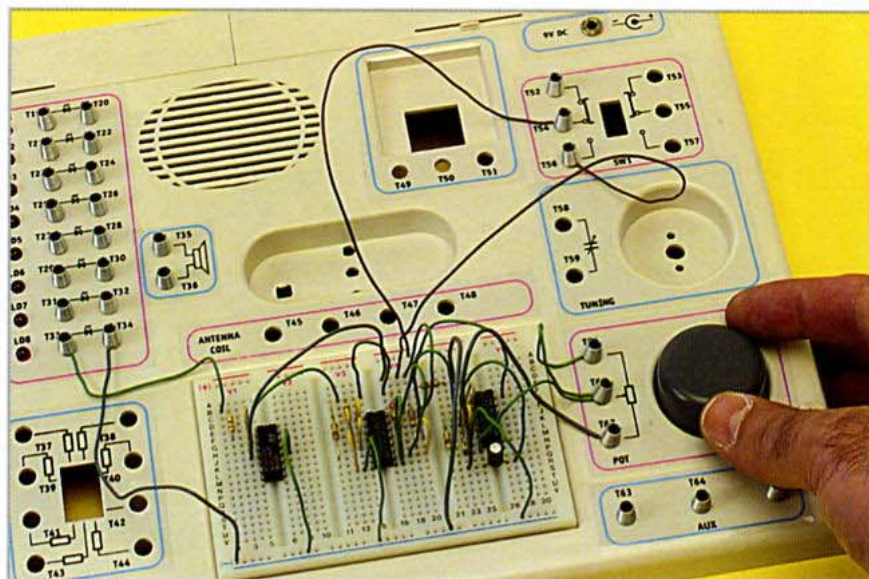
COMPONENTI	
R1, R2, R3	10 K
R4, R7	22 K, o 27 K
R5	47 K
R6	100 K
R7	22 K
R8	680
C1	2,2 µF
U1	4011
U2	4029
U3	LM324
POT	
LD8	
SW1	

sima, possiamo osservare l'effetto dell'incremento a scalini sulla luminosità del LED.

Avviamento

Il circuito deve poter funzionare collegando l'alimentazione attraverso l'interruttore SW1. Se non fosse così, verificheremo l'alimentazione in ciascun integrato U1, U2 e U3. Rivedremo anche la polarità del condensatore C1 e, infine, quella del LED LD8. Conviene assicurarci, anche, che i contatti del commutatore siano al posto giusto.

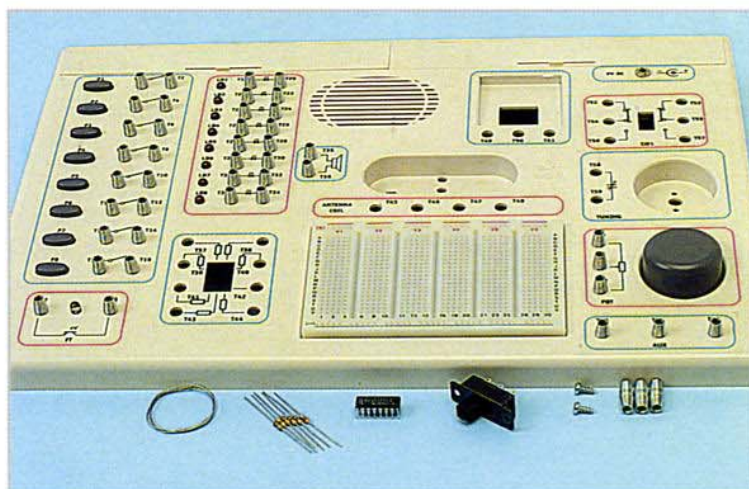
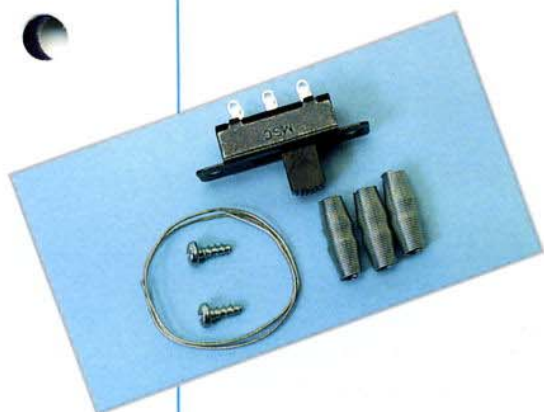
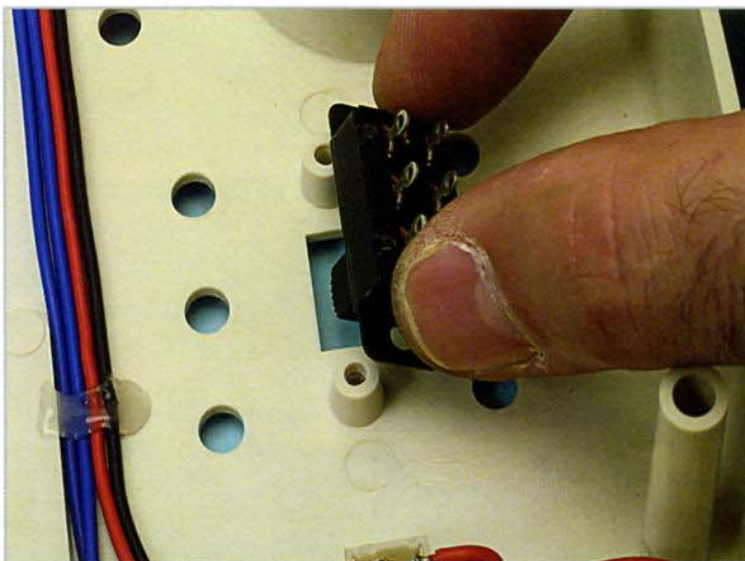
Esperimenti

Possiamo variare la frequenza dell'oscillatore, diminuendola per osservare meglio ogni salto di tensione riflesso nella luminosità del LED. A tal fine, aumenteremo il valore del condensatore C1 e/o della resistenza R2. Possiamo anche cambiare qualcuna delle resistenze di uscita del contatore, osservando che, se la aumentiamo, il salto della tensione sarà minore, mentre se la riduciamo il salto della tensione sarà maggiore e tanto più il diodo si illuminerà, quanto più l'uscita sarà attiva. Possiamo vedere questo effetto, per esempio, abbassando il valore di R3 a 2K2, verificando che il LED si accende immediatamente quando il contatore arriva a 8 (QD = 1).

Il potenziometro regolerà il ritmo d'accensione del LED.

Il commutatore doppio

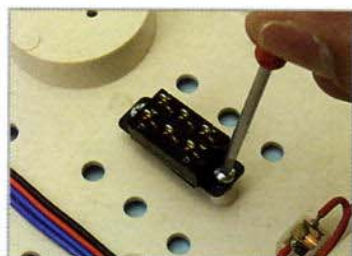
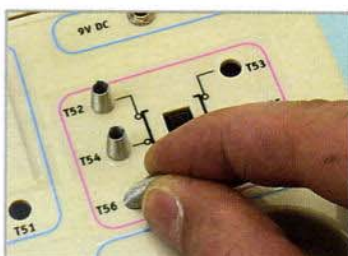
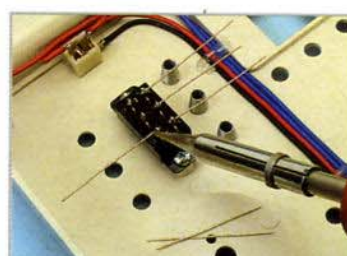
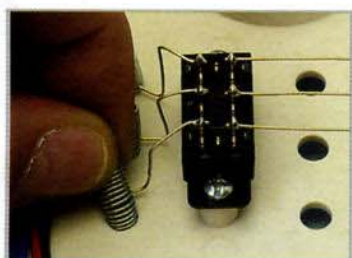
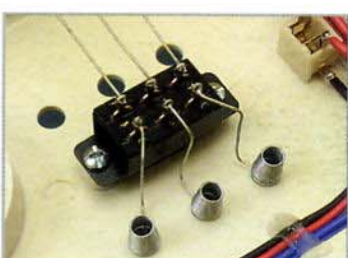
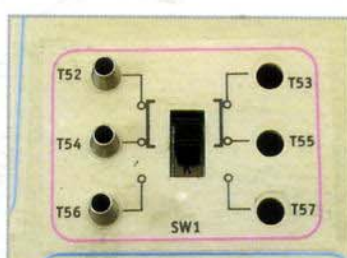
Si installeranno il doppio commutatore e tre delle sue molle; ciò consentirà di disporre di un circuito commutato.

MATERIALI

1. Commutatore
2. Molle (3)
3. Viti (2)
4. Filo nudo

1 Il doppio commutatore può essere utilizzato anche come interruttore, per l'alimentazione degli esperimenti.

2 Il commutatore viene introdotto dall'interno del pannello frontale, di modo che i suoi fori risultino allineati alle "torrette" di plastica.

Trucchi

Supponendo che qualche vite "balli" perché l'abbiamo stretta troppo, prima di introdurla nel foro della "torretta" possiamo fissarla con una goccia di colla. Dobbiamo evitare di inserire dei cunei nei fori, perché si corre il rischio di "aprire" le "torrette", oltre che di romperle, cosa che renderebbe estremamente difficile l'inserimento delle viti.

Il commutatore doppio

3 Si fissa con due viti, da stringersi dolcemente fino a bloccare il commutatore; se si stringe troppo, si potrebbe rompere la "torretta".

4 Le molle per contatto corrispondenti ai terminali T52, T54 e T56 andranno collocate nei corrispondenti fori.

5 Si tagliano sei pezzi di filo nudo, due da cm. 3,5 che andranno saldati ai terminali centrali, e quattro da cm. 3,9 per quelli laterali.

6 Le connessioni corrispondenti alle tre molle disponibili andranno realizzate, come d'abitudine, inclinando la molla perché prema l'estremità del filo nudo.

7 Si dispone solamente di un circuito commutato. I cavi corrispondenti all'altro circuito rimangono, al momento, senza connessione.

8 Il commutatore viene azionato dall'esterno, ruotando il comando verso la zona in cui c'è il terminale corrispondente al circuito da collegare.

9 Ora abbiamo un elemento in più nel pannello frontale; oltre alle altre applicazioni, è sufficientemente comodo da essere utilizzato come interruttore di alimentazione.